

Изобретение относится к электротехнике, а именно - к бесконтактным синхронным электрическим машинам.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому эффекту к изобретению является бесконтактная синхронная машина, содержащая на статоре якорную обмотку и обмотку возбуждения возбудителя, а на роторе - обмотку возбуждения, при этом обмотка возбуждения выполнена, как минимум, из двух обмоток, каждая из которых замкнута на выпрямитель, а выпрямители включены встречно.

Недостатком известной бесконтактной синхронной машины является использование не всей обмотки ротора в каждый момент времени, так как в любой момент времени токи в роторе протекают в половине всей обмотки ротора, а во втором варианте используется 60 - 80% обмотки в каждый момент времени. Это приводит к повышению потерь в роторе, снижению КПД, перегреву обмотки ротора и повышению материалоемкости машины.

Задачей заявляемого изобретения является создание бесконтактной синхронной электрической машины с, как минимум, двумя самостоятельными обмотками, более надежной, за счет уменьшения потерь в роторе путем использования в любой момент времени всей обмотки возбуждения.

Решается поставленная задача тем, что в известной бесконтактной синхронной электрической машине, содержащей на статоре якорную обмотку и обмотку возбуждения возбудителя, а на роторе обмотку возбуждения, выполненную, как минимум, из двух самостоятельных обмоток, соединенных между собой электрически, согласно изобретению, самостоятельные обмотки возбуждения выполнены, по меньшей мере, из двух частей, соединенных между собой через переключающие устройства с возможностью их переключения на последовательное и параллельное соединение этих частей, при этом одноименные зажимы частей обмоток возбуждения разных самостоятельных обмоток, не имеющие связи с разноименными зажимами других частей обмоток через переключающее устройство, соединены между собой электрически.

Бесконтактная синхронная электрическая машина содержит количество самостоятельных обмоток возбуждения, разное количеству полюсов, а количество частей самостоятельных обмоток возбуждения равно удвоенному количеству полюсов.

Одноименные части самостоятельной обмотки возбуждения каждого полюса для 4 - х и более полюсных машин соединены между собой последовательно, параллельно или смешанно.

Бесконтактная синхронная электрическая машина содержит дополнительную обмотку возбуждения по полюсности равную полюсности электрической машины и состоящую, по меньшей мере, из двух частей, соединенных между собой последовательно и каждая из которых расположена в зоне одной из самостоятельных обмоток, при этом при последовательном соединении этих частей относительно самостоятельных обмоток, начало одной части дополнительной обмотки соединено с началом другой, а концы соединены с началами

самостоятельных обмоток возбуждения, не имеющими связи с разноименными зажимами других частей обмоток через переключающее устройство, или конец одной части дополнительной обмотки соединен с концом другой, а начала соединены с концами самостоятельных обмоток возбуждения, не имеющими связи с разноименными зажимами других частей обмоток через переключающее устройство, а при параллельном соединении дополнительной обмотки относительно самостоятельных обмоток, также конец одной части дополнительной обмотки соединен с концом другой, а начала соединены - одно с началами самостоятельных обмоток возбуждения, не имеющими связи с разноименными зажимами других частей обмоток через переключающее устройство, а второе с аналогичными концами самостоятельных обмоток.

Одноименные части дополнительной обмотки возбуждения каждого полюса для 4 - х и более полюсных машин соединены между собой последовательно и расположены в зоне одноименных самостоятельных обмоток, а дополнительная обмотка возбуждения всех полюсов соединена относительно самостоятельных обмоток возбуждения последовательно или параллельно.

Сущность изобретения поясняется чертежами.

На фиг.1 изображена принципиальная схема описываемой бесконтактной синхронной электрической машины с шестью переключающими устройствами; на фиг.2 - то же, с шестью диодами; на фиг.3 - принципиальная схема соединения частей самостоятельных обмоток возбуждения в один период времени; на фиг.4 - то же, но в другой период времени, после переключения частей обмоток с одного соединения на другое; на фиг.5 - схема обмотки возбуждения для 6-полюсных машин со смешанным соединением одноименных частей самостоятельной обмотки возбуждения; на фиг.6 - принципиальная схема последовательного соединения дополнительной обмотки возбуждения относительно самостоятельных обмоток в одной ветви соединения самостоятельных обмоток; на фиг.7 - то же, в другой ветви; на фиг.8 - схема параллельного соединения дополнительной обмотки возбуждения относительно самостоятельных обмоток возбуждения; на фиг.9 - схема обмотки возбуждения с дополнительной обмоткой для 6-полюсных машин.

Бесконтактная синхронная электрическая машина содержит в пазах статора трехфазную якорную обмотку (ОЯ) 1 с полюсностью  $P_1 = 1$  и обмотку возбуждения возбудителя (ОВВ) 2 с полюсностью  $P_2 = 2$ . Ротор содержит обмотку возбуждения (ОВ), которая одновременно является и обмоткой якоря возбудителя (ОЯВ) с полюсностью  $P_1$ , которая выполнена из двух самостоятельных обмоток 3 и 4, соединенных между собой электрически. Самостоятельная обмотка возбуждения 3 выполнена из двух частей 5 и 6, соединенных между собой последовательно через переключающее устройство (ПУ) - диод 7, начала  $H_1$  и  $H_2$  частей обмоток 5 и 6 соединены через ПУ-диод 8, а концы  $K_1$  и  $K_2$  соединены через ПУ-диод 9. Самостоятельная обмотка возбуждения 4 выполнена также из двух частей 10 и 11, соединенных между собой последовательно через диод 12, начала  $H_3$  и  $H_4$  этих частей обмоток 10 и 11 соединены через ПУ-диод 13, а концы  $K_3$  и  $K_4$

соединены через ПУ-диод 14. Самостоятельные обмотки 3 и 4 расположены на двух разных полюсных делениях ротора, т.е. на двух разных половинках ротора и находятся в одинаковых условиях полюсного деления для образования намагничивающей силы.

При этом одноименные зажимы 15 и 16 частей обмоток возбуждения 6 и 10 разных самостоятельных обмоток 3 и 4 не имеющие связи с разноименными зажимами 17 и 18 других частей обмоток 5 и 11 через переключающие устройства 8 и 13, соединены между собой электрически. И одноименные зажимы 19 и 20 частей обмоток возбуждения 5 и 11 разных самостоятельных обмоток 3 и 4 не имеющие связи с разноименными зажимами 21 и 22 других частей обмоток 6 и 10 через переключающие устройства 9 и 14 также соединены между собой электрически. Количество самостоятельных обмоток 3 и 4, т.е. две, равно количеству полюсов - двум, а количество частей 5, 6, 10 и 11 самостоятельных обмоток возбуждения, равно удвоенному количеству полюсов, т.е. четырем. На фиг.5 одноименные части 6, 23 и 24; 5, 25 и 26; 10, 27 и 28; 11, 29 и 30 самостоятельных обмоток возбуждения каждого полюса для 6 - й полюсных машин соединены между собой смешанно, но могут быть соединены последовательно или параллельно. На фиг.5 начала частей самостоятельных обмоток разных полюсов обозначены  $H'_1$ ;  $H'_2$ ;  $H'_3$ ;  $H'_4$  и  $H''_1$ ;  $H''_2$ ;  $H''_3$  и  $H''_4$ , а концы -  $K'_1$ ;  $K'_2$ ;  $K'_3$ ;  $K'_4$  и  $K''_1$ ;  $K''_2$ ;  $K''_3$  и  $K''_4$ . Кроме самостоятельных обмоток возбуждения, машина содержит дополнительную обмотку возбуждения 31 (фиг.6), по полюсности равную полюсности электрической машины, т.е. двухполюсную и состоящую из двух частей 32 и 33, соединенных между собой последовательно и каждая из которых расположена в зоне одной из самостоятельных обмоток. Так часть дополнительной обмотки 32 находится в зоне самостоятельной обмотки 3, а часть дополнительной обмотки 33 находится в зоне самостоятельной обмотки 4. При последовательном соединении этих частей дополнительной обмотки относительно самостоятельных обмоток 3 и 4, начало  $H_5$  части дополнительной обмотки 30 соединено с началом  $H_6$  части дополнительной обмотки 33, а концы  $K_5$  и  $K_6$  соединены с началами  $H_2$  и  $H_3$  самостоятельных обмоток возбуждения 3 и 4, не имеющими связи с разноименными зажимами 17 и 18 других частей обмоток 5 и 11 через переключающие устройства 8 и 13, или конец  $K_5$  (фиг.7) части дополнительной обмотки 32 соединен с концом  $K_6$  части дополнительной обмотки 33, а начала  $H_5$  и  $H_6$  соединены с концами  $K_1$  через зажим 17 и  $K_4$  через зажим 18 самостоятельных обмоток возбуждения 3 и 4, не имеющими связи с разноименными зажимами 21 и 22 других частей обмоток. При параллельном соединении дополнительной обмотки 31 относительно самостоятельных обмоток 3 и 4, конец  $K_5$  соединен с концом  $K_6$ , а начала  $H_5$  и  $H_6$  частей 32 и 33 дополнительной обмотки соединены, одно с началами  $H_2$  и  $H_3$  самостоятельных обмоток возбуждения 3 и 4, не имеющими связи с разноименными зажимами 17 и 18 других частей 5 и 11 обмоток через переключающие устройства 8 и 13, а второе - с аналогичными концами самостоятельных обмоток.

Для 4 - х и более полюсных машин одноименные части 34 и 35 дополнительной обмотки возбуждения 36 соединены между собой последовательно и расположены в зоне одноименных самостоятельных обмоток 3 и 4, а вся дополнительная обмотка возбуждения 36 всех полюсов соединена относительно самостоятельных обмоток возбуждения 3 и 4 последовательно или параллельно.

Бесконтактная синхронная электрическая машина, выполненная по схеме, изображенной на фиг.1 и фиг.2, работает следующим образом.

При вращении ротора приводным двигателем относительно 4 - х полюсного поля, создаваемого ОВВ 2 постоянным (выпрямленным) током, в ОЯВ, т.е. во всех частях (5, 6, 10 и 11) самостоятельных обмоток 3 и 4, наводятся ЭДС. Так как части 5, 6, 10 и 11 выполнены одинаковыми и расположены в одинаковых электромагнитных условиях, то в каждой из них наводится одинаковая по величине и направлению ЭДС. Но, так как части 5 и 6 самостоятельной обмотки 3 и части 10 и 11 самостоятельной обмотки 4 расположены на роторе диаметрально противоположно, а магнитодвижущая сила ротора направлена от центра к периферии ротора, т.е. магнитодвижущая сила, образованная обмоткой 3, противоположна по направлению магнитодвижущей силе, образованной обмоткой 4. Для обеспечения работоспособности электрической машины необходимо, чтобы магнитодвижущие силы обмоток 3 и 4 были одинаково направлены в любой момент времени вращения ротора, а для этого необходимо, чтобы в обмотках 3 и 4 протекали противоположные по направлению токи при условии, что ЭДС находится во всех частях обмоток 3 и 4 одинакового направления. Это достигается тем, что в каждый момент времени вращения ротора части одной самостоятельной обмотки соединены между собой последовательно, а части другой самостоятельной обмотки соединены между собой параллельно. И при смене полярности наводимой ЭДС происходит переключение соединения частей обмоток в одной самостоятельной обмотке с последовательного на параллельное, а в другой с параллельного на последовательное. Меняется полярность в нашем примере через каждые 90° поворота ротора.

Например, в первый период времени при повороте ротора на 90°, когда ЭДС в частях 5, 6, 10 и 11 самостоятельных обмоток направлена от начала к концу, открываются диоды 7, 13 и 14, а остальные диоды находятся в закрытом состоянии. При этом части 5 и 6 самостоятельной обмотки 3 будут соединены между собой последовательно, а части 10 и 11 самостоятельной обмотки 4 будут соединены параллельно. Во второй период времени при повороте ротора на 180°, когда ЭДС в указанных частях самостоятельных обмоток направлены от конца к началу, открываются диоды 8, 9 и 12, а остальные диоды находятся в закрытом состоянии. При этом части 5 и 6 самостоятельной обмотки 3 будут соединены между собой параллельно, а части 10 и 11 самостоятельной обмотки 4 будут соединены последовательно. При последовательном соединении частей самостоятельной обмотки по ним протекает полный ток, а при параллельном по ним протекает ток вдвое меньше. В 3 - й и 4 - й периоды времени одного оборота ротора, т.е. при повороте на 270 и

360° все повторяется.

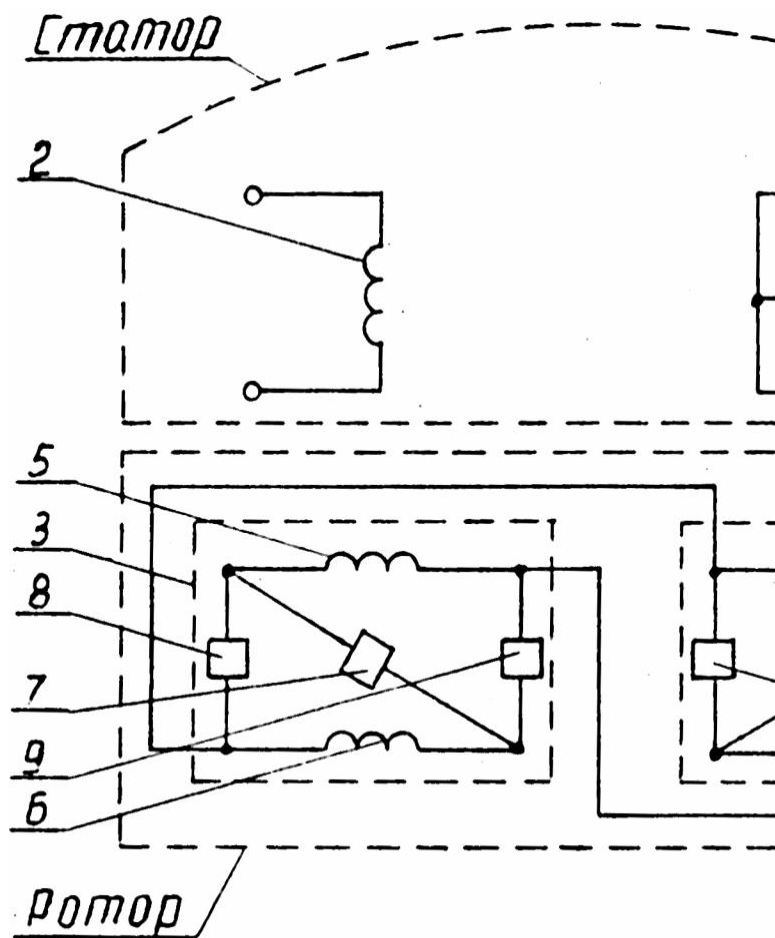
Открываются и закрываются диоды следующим образом.

В первый период времени диод 8 будет закрыт, а диод 7 - открыт, поскольку потенциал начала  $H_1$  меньше, чем начала  $H_2$  и конца  $K_1$  на величину напряжения на самостоятельной части 6 обмотки возбуждения. Диод 9 будет также закрыт, поскольку потенциал конца  $K_2$  окажется выше, чем конца  $K_1$  на величину напряжения на самостоятельной части 5 обмотки возбуждения. Диод 12 будет закрыт, поскольку потенциал его анода окажется ниже потенциала катода на величину напряжения в части 11 самостоятельной обмотки возбуждения. Диод 13 будет открыт, так как потенциал его анода станет выше потенциала катода на величину напряжения в части 10 самостоятельной обмотки возбуждения. Диод 14 будет открыт, поскольку потенциал его катода окажется ниже потенциала его анода на величину напряжения в части 11 самостоятельной обмотки возбуждения. В результате части 5 и 6 самостоятельной обмотки возбуждения ротора будут соединены последовательно (фиг.3), а части 10 и 11 - параллельно. И токи в частях 5 и 6 самостоятельной обмотки возбуждения потекут от начала к концу, а в частях 10 и 11 от конца к началу.

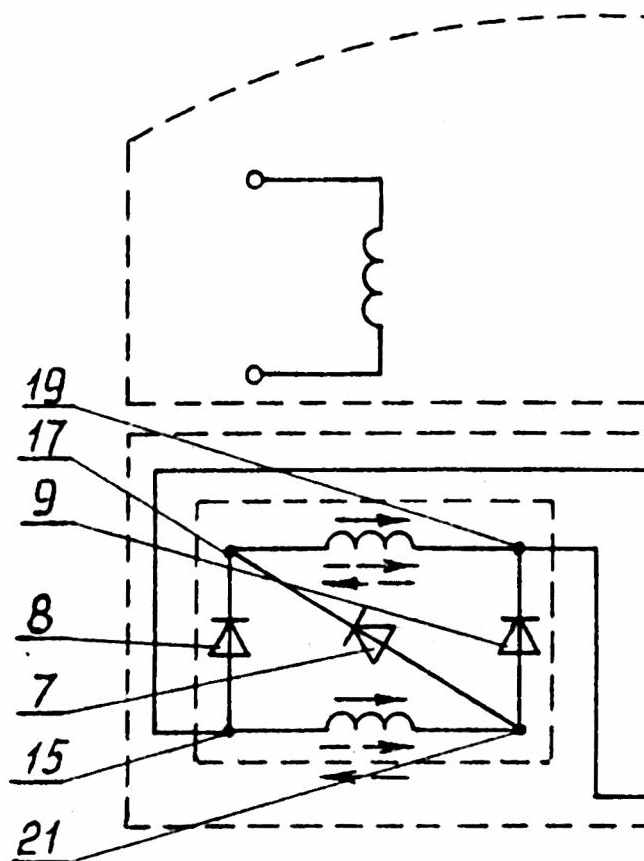
При смене направления ЭДС все диоды поменяют свое состояние на противоположное. Те диоды, которые были закрыты, откроются, а которые были открыты - закроются. И тогда части 5 и 6 обмотки будут переключены с последовательного на параллельное соединение (фиг.4), а части 10 и 11 с параллельного на последовательное. Но при этом направление токов не поменяется. Следовательно, магнитодвижущие силы, образованные самостоятельными обмотками 3 и 4, будут одинаково направлены в любой момент времени вращения ротора, чем и обеспечивается работоспособность электрической машины с использованием в любой момент времени вращения ротора всей обмотки возбуждения, что позволяет уменьшить потери в роторе и увеличить надежность электрической машины.

В качестве переключающих устройств могут применяться, кроме диодов, различного типа тиристоры, оптотиристоры и другие устройства с подобными функциями. Могут также применяться управляемые переключающие устройства, управляемые сигналом от специальной обмотки, установленной на роторе или сигналом, полученным от обмотки возбуждения через токоограничивающий элемент, например, резистор.

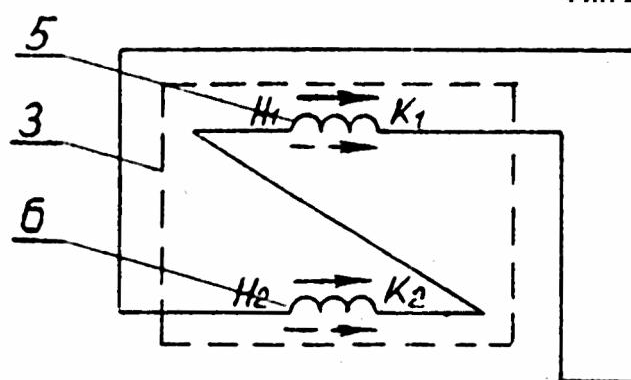
Бесконтактная синхронная электрическая машина с дополнительной обмоткой, выполненная по схеме, изображенной на фиг.6, работает аналогично первой, только дополнительная обмотка 31 магнитно не связана с обмоткой возбуждения 2 на статоре, следовательно, в ней не наводится ЭДС, а проходящий через эту обмотку ток создает дополнительную магнитодвижущую силу. Кроме этого, по этой обмотке протекает полный ток, следовательно, улучшается использование меди, что дополнительно уменьшает потери в роторе и дополнительно увеличивает надежность электрической машины.



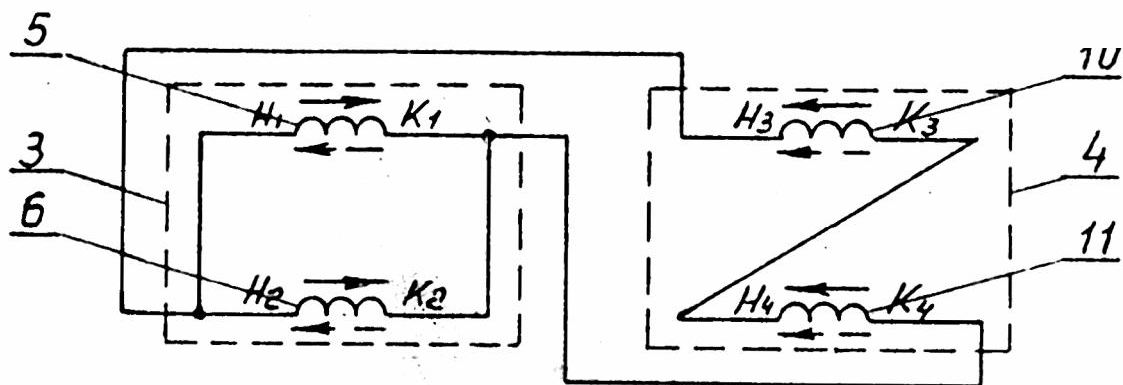
Фиг. 1



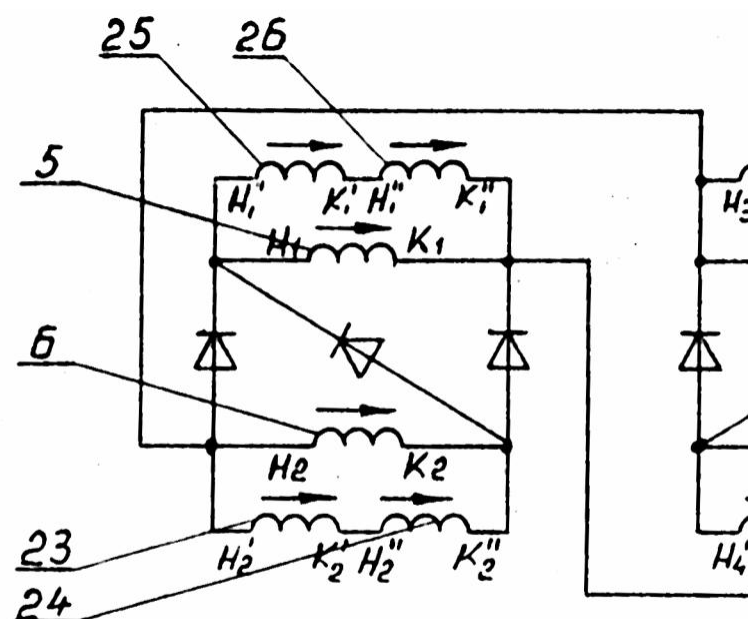
Фиг. 2



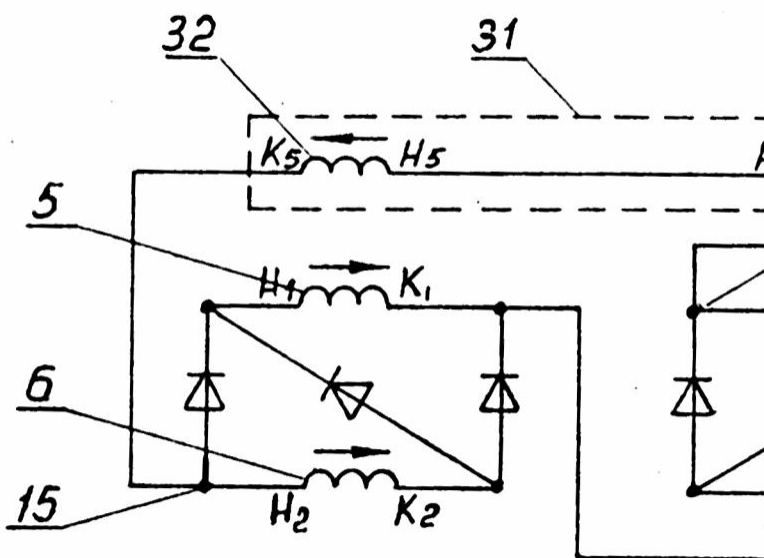
Фиг. 3



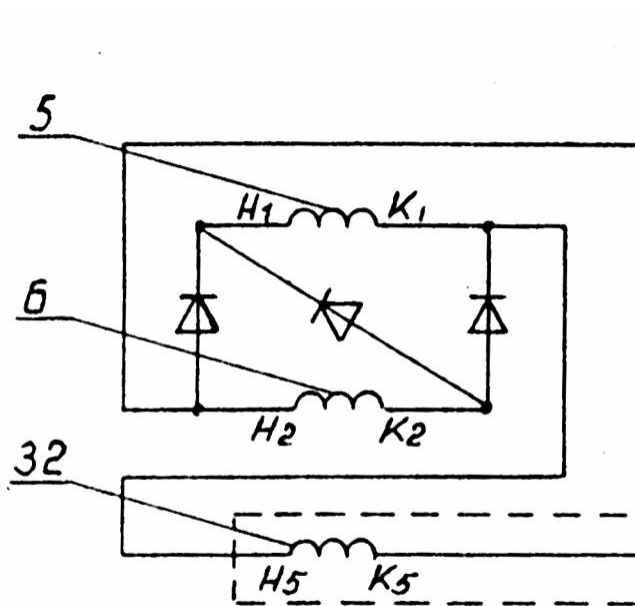
Фиг. 4



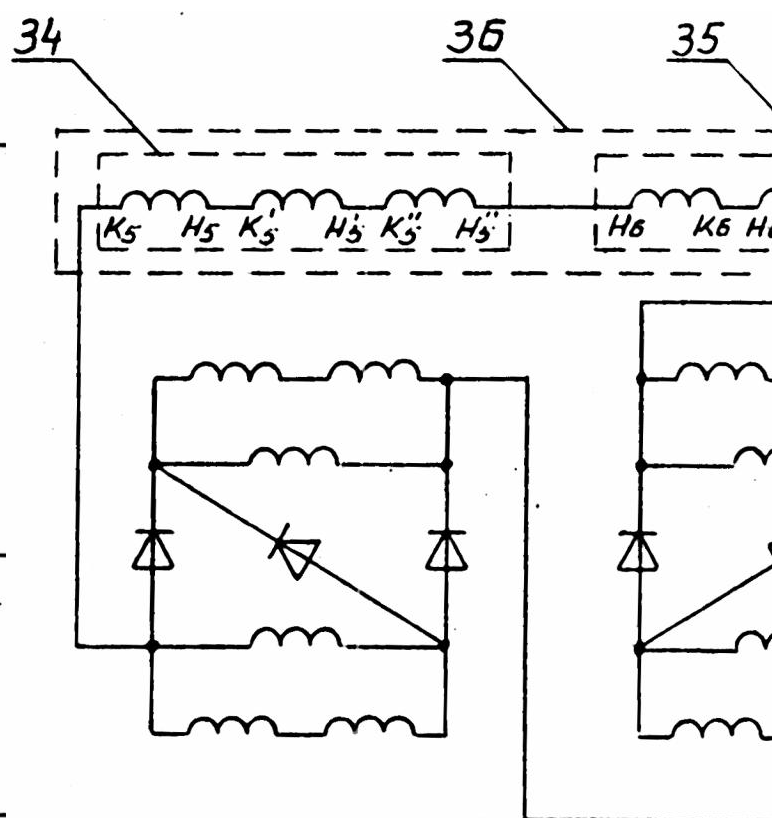
Фиг. 5



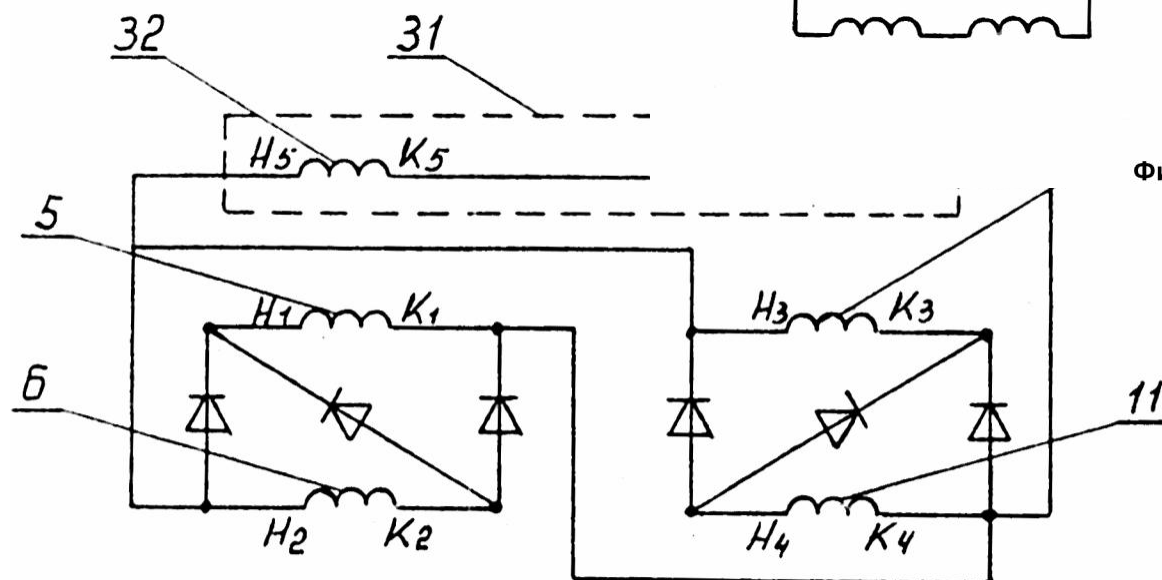
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 9



Фиг. 8